



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 42 037.4-45  
22 Anmeldetag: 25. 11. 94  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 12. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

13 Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

14 Vertreter:

Lichti und Kollegen, 76227 Karlsruhe

72 Erfinder:

Bucerius, Klaus Martin, Dr., 76229 Karlsruhe, DE;  
Schmid, Helmut, 76131 Karlsruhe, DE; Eisenreich,  
Norbert, Dr., 76327 Pfinzthal, DE; Engel, Walter, Dr.,  
76327 Wöschbach, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 08 225 C:  
EP 05 36 525 A1

54 Gaserzeugende Mischung

57 Bei einer gaserzeugenden Mischung aus einem Brenn-  
stoff, einem Oxidator und gegebenenfalls einem Kühlmittel  
besteht der Brennstoff aus einer Mischung aus Kupferter-  
tramindinitrat  $[\text{Cu}(\text{NH}_2)_4](\text{NO}_2)_2$  und einem eine große  
Sauerstoff-Reaktionsfähigkeit aufweisenden, pulverförmigen  
Metall oder Halbmetall bzw. Legierungen derselben.

DE 44 42 037 C 1

DE 44 42 037 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine gaserzeugende Mischung aus einem Brennstoff, einem Oxidator und gegebenenfalls einem Kühlmittel.

Gaserzeugende Mischungen der vorgenannten Art — auch Gasgeneratorsätze genannt — zeichnen sich dadurch aus, daß sie bei Verbrennung eine hohe Gasausbeute ( $> 14$  mol/kg) ermöglichen. Sie werden für aufblasbare Rückhalte- (Airbag) und Rettungssysteme, Feuerlöscheinrichtungen sowie für unempfindliche Festtreibstoffe für Raketen- und Rohrwaffenantriebe eingesetzt. Besonders im zivilen Bereich werden thermisch-mechanische Unempfindlichkeit und Ungiftigkeit der Ausgangsmischungen, aber auch fehlende Toxizität bei den entstehenden Gasen gefordert. Viele im Einsatz befindliche Systeme erfüllen diese Forderungen nicht oder nur sehr unzulänglich.

Bei Airbag-Systemen wurden zunächst gaserzeugende Mischungen auf der Basis von Natriumazid eingesetzt und erprobt, das jedoch wegen seiner Toxizität und der entstehenden Feststoffpartikel problematisch ist. Ähnliche Probleme ergeben sich auch bei den sogenannten Hybrid-Gasgeneratoren, bei denen Nitramine oder Perchlorate eingesetzt werden.

Es hat deshalb nicht an Anstrengungen gefehlt, insbesondere ungiftige Ausgangsverbindungen bereitzustellen. Hierzu zählen vor allem stickstoffreiche und kohlenstoffarme Brennstoffe, wie TAGN, NIGU und NTO. Besonders gute Ergebnisse konnten mit Diguanidinum 5,5'-azotetrazolat (GZT) erzielt werden (DE 41 08 225 C1). Sowohl die Ausgangsmischung als auch die entstehenden Gase sind weitgehend ungiftig und bestehen zum überwiegenden Teil aus Stickstoff. Auch zeigt diese Substanz ein gutes Abbrandverhalten. Nachteilig ist allerdings auch hierbei die Tatsache, daß die CO- und NO<sub>x</sub>-Problematik simultan gelöst werden muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gaserzeugende Mischung vorzuschlagen, die selbst und deren Verbrennungsprodukte ungiftig sind und die bei hoher Abbrandgeschwindigkeit eine lange Lebensdauer und Funktionstüchtigkeit auch unter extremen Einsatzbedingungen aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Brennstoff aus einer Mischung aus Kupfertriamminindinitrat  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  und einem eine große Sauerstoff-Reaktionsfähigkeit aufweisenden, pulverförmigen Metall oder Halbmetall oder Legierungen derselben besteht.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene anorganische Brennstoff-Mischung bietet den Vorteil, daß bei der Verbrennung keine CO<sub>2</sub>- bzw. CO-Schadgase entstehen. Durch die Verwendung des Metallpulvers läßt sich das Abbrandverhalten der Reaktionsmischung in weiten Bereichen einstellen. Bei der Verbrennung baut sich der Maximaldruck innerhalb weniger Millisekunden auf, wobei ferner die Verbrennungstemperatur relativ niedrig liegt, so daß insbesondere bei Airbag-Systemen auch thermisch empfindliche Sackmaterialien nicht gefährdet werden.

Das Metallpulver ist vorzugsweise amorphes Bor in einer Korngröße  $< 20 \mu\text{m}$ .

In weiterhin bevorzugter Ausführung ist vorgesehen, daß der Oxidator ein basisches Kupfernitrat, nämlich  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  ist.

Der vorgeschlagene Oxidator zeichnet sich dadurch aus, daß er nicht hygroskopisch ist und damit die Mi-

schung auch unter feuchten Umgebungsbedingungen lange funktionstüchtig bleibt. Ferner trägt dieser Oxidator zu einer relativ niedrigen Verbrennungstemperatur bei. Dabei können gegebenenfalls zusätzlich noch Kühlmittel, wie Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pulver, zugesetzt werden, wobei zusätzlich dessen oxidative Eigenschaften in der Reaktionsmischung genutzt werden können (EP 0 536 525 A1).

Eine in der Praxis bewährte Mischung zeichnet sich dadurch aus, daß sie aus Bor,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  und  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  mit ausgeglichener Sauerstoffbilanz und der Zusammensetzung 3,65 : 69,33 : 27,02 Massen-% besteht.

## Beispiel

Es wird eine Mischung bestehend aus amorphem Bor,  $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  und  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  im Verhältnis 3,65 : 69,33 : 27,02 Massen-% hergestellt. Diese Formulierung wird bezüglich ihres Anzünd- und Verbrennungsverhaltens experimentell in der ballistischen Bombe untersucht. Dabei wird das beigefügte Druckverlaufsdiagramm erhalten. Das Diagramm zeigt, daß die Mischung gute Anzünd- und Verbrennungseigenschaften besitzt. Bei einer Ladedichte von  $0,1 \text{ g/cm}^3$  liegt der maximale Druck im Bereich von 55,2 MPa, der nach etwa 23,8 ms erreicht wird ( $t_{\text{pmax}} = 23,8 \text{ ms}$ ). Die Druckanstiegszeit zwischen 30 bis 80% des Maximaldrucks 130–80 beträgt 1,76 ms. Durch Strahlungsmessungen wurde eine Verbrennungstemperatur von 2000 K ermittelt. Die in einer kalorimetrischen Bombe entwickelten Gase bestanden zu 99,05 Vol.-% aus N<sub>2</sub> und wiesen nur 10 ppm NH<sub>3</sub> auf.

## Patentansprüche

1. Gaserzeugende Mischung aus einem Brennstoff, einem Oxidator und gegebenenfalls einem Kühlmittel, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff aus einer Mischung aus Kupfertriamminindinitrat  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  und einem eine große Sauerstoff-Reaktionsfähigkeit aufweisenden, pulverförmigen Metall oder Halbmetall oder Legierungen derselben besteht.
2. Mischung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbmetallpulver amorphes Bor ist.
3. Mischung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallpulver Mg oder Al ist.
4. Mischung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallpulver eine Korngröße kleiner  $20 \mu\text{m}$  aufweist.
5. Mischung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxidator  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  ist.
6. Mischung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus Bor,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  und  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$  mit ausgeglichener Sauerstoffbilanz und der Zusammensetzung 3,65 : 69,33 : 27,02 Massen-% besteht.
7. Mischung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel ganz oder teilweise aus Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

